



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 06 286 C 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 06 286.5-33  
㉑ Anmeldetag: 14. 2. 2000  
㉒ Offenlegungstag: –  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 10. 2001

㉔ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 21 V 9/00**  
A 61 C 13/14  
A 61 C 5/04  
F 21 V 8/00  
G 21 K 5/00  
C 09 K 11/77  
C 09 K 11/06  
// (F21Y 111:00, F21W  
131:202) C09K 11/77,  
11/06

**DE 100 06 286 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:  
3M ESPE AG, 82229 Seefeld, DE

⑭ Erfinder:  
Hartung, Martin, Dr., 81541 München, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	198 30 335 A1
DE	37 03 495 A1
DE	36 44 839 A1
DE	35 23 243 A1
DE	29 13 415 A1

⑯ **Lichtwellenkonvertervorrichtung und deren Verwendung im Dentalbereich**

⑰ Die Erfindung betrifft einen Lichtwellenkonverter, umfassend einen Lichtleiter und einen Konverter, umfassend eine Konvertersubstanz, die einfallendes Licht teilweise in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht durch den Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird.

**DE 100 06 286 C 1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lichtwellenkonvertervorrichtung, die einfallendes Licht teilweise in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht durch einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird.

[0002] Lichtpolymerisationsgeräte, die blaues Licht mit einer Wellenlänge im Bereich von ca. 400–500 nm emittieren, sind bekannt und werden beispielsweise in der zahnärztlichen Praxis zur Polymerisation von lichterhärtenden Composite-Materialien verwendet.

[0003] In der DE 36 44 839 A1 bzw. der DE 35 23 243 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Flüssigkeitslichtleiter offenbart, wobei die Füllflüssigkeit einen als Filter dienenden Farbstoff oder einen fluoreszierenden Farbstoff enthalten kann. Die Beleuchtungseinrichtung kann zum Polymerisieren von durch Licht im blauen Spektralbereich härtbaren Dentalkunststoffen verwendet werden.

[0004] Lichtechte, leichtlösliche Perylen-Fluoreszenzfarbstoffe, die in Kaltlichtquellen zur Aushärtung von Kunststoffen eingesetzt werden können, werden in der DE 37 03 495 A1 beschrieben.

[0005] Das für die Polymerisation günstige Licht ist aber so grell, dass eine Nutzung dieser Lampen für reine Beleuchtungszwecke im Mund nicht geeignet ist. Darüber hinaus ist die blaue Lichtfarbe, die von derartigen Geräten emittiert wird und für die Polymerisation benötigt wird, nur für diesen Einsatzzweck geeignet. Für z. B. diagnostische Zwecke hat sich aber weißes Licht als vorteilhaft erwiesen.

[0006] Ebenfalls bekannt sind weißes Licht emittierende Operationsleuchten zur Ausleuchtung des Behandlungsfeldes. Im dentalen Bereich wird dieses Licht zusätzlich mit einem Spiegel auf das Behandlungsfeld gelenkt, um eine bessere Ausleuchtung einzelner Bereiche zu ermöglichen. Dies setzt aber voraus, dass sich kein Hindernis im Strahlungsgang befindet. Die erzielbare Beleuchtungsintensität ist darüber hinaus mit dieser Methode nicht ausreichend, um z. B. Zähne zu durchleuchten, wie es für die dentale Diagnose bzw. Beleuchtung von Zahn-Defekten (Risse oder Karies) hilfreich ist.

[0007] Die DE 198 30 335 A1 offenbart einen Faserstab-Lichtleiter für zahnärztliche Zwecke, dessen Kern mit einer Farbschicht ummantelt ist. Diese Farbschicht ermöglicht eine vollständige Lichtsperrung und verhindert, dass der Zahnarzt durch seitlich aus dem Faserstab austretendes Licht geblendet wird. Er ermöglicht darüber hinaus, das von den Polymerisationsgeräten erzeugte Licht gezielt zu dem räumlich eng begrenzten Behandlungsort zu leiten.

[0008] In der DE 29 13 415 A1 wird eine Diagnoselampe in Form eines Klein- oder Taschengeräts für die Zahnkontrolle zur Fluoreszenzanregung eines auf die Zähne und das Zahnfleisch aufgetragenen fluoreszenzfähigen Stoffes offenbart. Die Diagnoselampe enthält eine dem fluoreszenzfähigen Stoff angepasste Filtereinrichtung, die aus einem dichroitischen und einem blauen Farbfilter besteht. Auf Grund der vorhandenen Filter kommt es zu einer nicht unerheblichen Schwächung des Lichtes, das eine detaillierte Beobachtung des zu betrachteten Objekts erschwert.

[0009] Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, die eine bessere Ausleuchtung des Behandlungsfeldes ermöglicht. Sie sollte einfach in der Anwendung, und dabei, falls gewünscht, auch punktuell hell genug sein, um z. B. einzelne Zähne auch durchleuchten zu können. Auf diese Weise lassen sich auch im Zahn verborgene Defekte, wie Risse oder Karies diagnostizieren bzw. erkennen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Lichtwellenkonvertervorrichtung, gegebenenfalls als Zusatz für ein Lichtpolymerisationsgerät, das Licht im blauen Spektralbereich emittiert, gelöst, wie es in den Ansprüchen beschrieben wird.

[0011] Ein Teil des in die Lichtwellenkonvertervorrichtung eindringenden Lichts wird durch Lumineszenzvorgänge in Licht größerer Wellenlänge umgewandelt. Durch additive Farbmischung kann in Abhängigkeit der Wellenlänge des eindringenden Lichts und der verwendeten Konvertersubstanz auf diese Weise Licht mit einem anderen Farbeindruck erzeugt werden.

[0012] Das auf diese Weise erzeugte Licht wird anschließend direkt oder durch einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet.

[0013] Die Erfindung weist dabei folgende Vorteile auf:

[0014] Die in den Zahnarztpraxen weitverbreiteten und bewährten Lichtpolymerisationsgeräte hoher Lichtleistungen können auf einfache Weise zum Ausleuchten des Behandlungsfeldes und für diagnostische Zwecke zum Durchleuchten einzelner Zähne mitgenutzt werden. Im Gegensatz zu den Operationsleuchten kann punktuell eine wesentliche Steigerung der Lichtintensität erreicht werden.

[0015] Dadurch, dass das Licht über einen Lichtleiter zu einer Austrittsöffnung geleitet wird, kann das Licht unmittelbar auf den Behandlungsort gerichtet werden, ohne, dass weitere Spiegel erforderlich sind. Dies ermöglicht die Ausnutzung der vollen Intensität des erzeugten Lichts der gewünschten Wellenlänge.

[0016] Ferner lässt sich in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlteten Lichts durch Verwendung geeigneter Konvertersubstanzen Licht jeder beliebigen längerwelligen Wellenlänge erzeugen, ohne Filtersysteme zwischenschalten zu müssen. Durch die in großen Bereichen abstimmbare Spektralfarbe, die durch additive Farbmischung aus dem konvertierten mit dem nichtkonvertierten Licht erzeugt werden kann, ist eine Anpassung des Lichtwellenkonverters an die gewünschte Aufgabenstellung erreichbar, so dass bei z. B. diagnostischen Anwendungen bzw. der Beleuchtung von insbesondere geschädigten Zähnen ein maximaler Kontrast erzielt werden kann.

[0017] Das einfallende Licht kann grundsätzlich jede denkbare Wellenlänge im sichtbaren Bereich, also zwischen 380 nm bis etwa 700 nm aufweisen. Erfindungsgemäß hat das einfallende Licht eine Wellenlänge im Bereich von 380 nm bis 520 nm, wie es üblicherweise von dentalen Lichtpolymerisationsgeräten erzeugt wird.

[0018] Der Lichtwellenkonverter konvertiert anteilig einfallendes Licht zu einer oder mehreren Wellenlängen, die im grünen, gelben oder roten Spektralbereich liegen. Durch die Erzeugung von gelbem Licht kann durch additive Farbmischung mit dem nichtkonvertierten Anteil des einfallenden blauen Lichts weißes Licht erzeugt werden.

[0019] Mit weißem Licht können beispielsweise Zähne effektiver und kontrastreicher beleuchtet und gegebenenfalls durchleuchtet werden, als mit blauem Licht. Defekte in Zähnen oder Füllungen, beispielsweise Risse und Karies, können auf diese Weise besser sichtbar gemacht werden.

[0020] Denkbar ist aber auch eine Konvertierung in einen auf die zu beleuchtende Substanz abgestimmten Wellenbereich, der es ermöglicht, gegebenenfalls zusammen mit Filtervorrichtungen, beispielsweise zahnfarbene Zahnfüllungen von der natürlichen Zahnschmelze zu unterscheiden. Die Wellenlänge kann auch derart gewählt werden, dass das konvertierte Licht z. B. therapeutische chemische Reaktionen in der Mundhöhle von geeigneten lichtaktivierbaren Substanzen initiiert.

[0021] Lichtgeräte, die kurzwelliges Licht im sichtbaren

Bereich aussenden, werden insbesondere in Zahnarztpraxen zur Aushärtung von lichterhärtenden Substanzen verwendet. Somit ermöglicht die erfindungsgemäße Lichtwellenkonvertervorrichtung eine Erweiterung des Einsatzspektrums bereits vorhandener Geräte. Die Praxen sparen somit Kosten und Platz, die mit der zusätzlichen Anschaffung eines Gerätes zur Erzeugung weißen Lichtes für die beschriebenen Einsatzbereiche nötig wären.

[0022] Der Lichtwellenkonverter kann vor, in oder hinter der Lichtleitvorrichtung angeordnet sein. Denkbar ist auch eine Kombination der Anordnungen bzw. die Verwendung mehrerer Lichtwellenkonverter an verschiedenen Stellen. Es kann auch vorteilhaft sein, wenn der Lichtwellenkonverter im Lichtleiter gleichmäßig verteilt, beispielsweise dispergiert ist. In einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich der Lichtwellenkonverter am Anfang des Lichtleiters.

[0023] Die Form des Lichtleiters ist grundsätzlich beliebig, vorzugsweise aber der beabsichtigten Verwendung angepasst.

[0024] Der Lichtleiter kann gerade oder gebogen sein. Vorteilhaft ist eine Abwinkelung um ca. 60°, gegebenenfalls von 90°–180°, abhängig von der auszuleuchtenden Stelle im Mund. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lichtleiter flexibel (Schwanenhalslampe). Dies ermöglicht eine individuelle Anpassung an die jeweilige Situation.

[0025] Als günstig hat sich eine kleine Austrittsöffnung mit einem Durchmesser im Bereich von 1 bis 10 mm, vorzugsweise von 2 bis 5 mm erwiesen. Dies erlaubt eine punktuelle Ausleuchtung einzelner Zähne sowie von Zahnzwischenräumen.

[0026] Zusätzlich kann die Lichtwellenkonvertervorrichtung eine Helligkeitsregelung aufweisen. Die Helligkeitsregelung erfolgt vorzugsweise mechanisch, beispielsweise in Form einer Blende (Iris- oder Schlitzblende). Eine solche Helligkeitsregelung erlaubt eine verbesserte Anpassung der Lichtintensität an das zu beleuchtende oder zu durchleuchtende Objekt, beispielsweise einen Zahn. Zur Durchleuchtung von Frontzähnen ist weitaus weniger Intensität nötig als für Seitenzähne.

[0027] Gegebenenfalls umfasst die Lichtwellenkonvertervorrichtung auch einen Bandpassfilter, vorzugsweise einen schmalbandigen Bandpassfilter mit einer Durchlässigkeit im Bereich von 400–500 nm, vorzugsweise im Bereich von 440–480 nm.

[0028] Dies ermöglicht eine genauere und reproduzierbare Farbabstimmung des von der Lichtwellenkonvertervorrichtung erzeugten Lichts, da erfahrungsgemäß der Spektralbereich der Lichtpolymerisationsgeräte (insbesondere die lang- und kurzwellige Grenzwellenlänge) von Gerät zu Gerät leicht unterschiedlich sein kann. Das so in seiner spektralen Zusammensetzung definierte, dem Lichtwellenkonverter zugeführte Licht wird anschließend anteilig konvertiert. Der Bandpassfilter ermöglicht somit auch die Abstimmung des anregenden Lichts auf das Absorptionsspektrum der Konvertersubstanz.

[0029] Die Lichtwellenkonvertervorrichtung ist vorzugsweise in einer austauschbaren Gestaltung geformt. Dies kann beispielsweise durch eine am einen Ende der Lichtwellenkonvertervorrichtung vorhandene Kupplung erreicht werden. Denkbar ist aber auch die Gestaltung in Form eines Gewindes. Vorzugsweise wird ein durch die Lichtpolymerisationsgeräte vorgegebene Kupplung verwendet, um einen einfachen Austausch des bei den Geräten üblicherweise aufgesetzten Lichtleiters für Polymerisationsanwendungen mit der Lichtwellenkonvertervorrichtung für Beleuchtungsanwendungen zu ermöglichen.

[0030] Substanzen, die zur Konvertierung von elektromagnetischen Wellen, vorzugsweise im sichtbaren Bereich,

verwendet werden können, sind alle Substanzen, die, wenn optisch angeregt, lumineszieren, insbesondere fluoreszieren können.

[0031] Die Konvertersubstanzen umfassen organische und anorganische Farbstoffe oder Pigmente.

[0032] Organische Farbstoffe können gewählt sein aus der Klasse der Perylene, Aldazine, Thioxanthene und/oder der Naphtalimide, vorzugsweise in Pigmentform.

[0033] Brauchbare anorganische Farbstoffe enthalten vorzugsweise Nebengruppenelemente, insbesondere aus der Gruppe der Lanthaniden. Besonders bevorzugt sind die Elemente Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Yb und Lu.

[0034] Die Konvertersubstanz wird üblicherweise in einer Menge von 0,005 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,01 bis 1 Gew.-%, bezogen auf Masse an einzufärbender Substanz eingesetzt.

[0035] Kommerziell erhältlich und gut geeignet sind z. B. Lumogen® Farbstoffe (BASF AG, Ludwigshafen) oder Lumilux® Pigmente (Riedel-de Haën GmbH, Seelze).

[0036] Denkbare Ausführungsformen für den Lichtwellenkonverter umfassen mit der Konvertersubstanz eingefärbte Filterfolien oder Plättchen aus Glas oder Kunststoff, wie PMMA, PE, PP, Polystyrol (PS), Polycarbonat (PC), PVC mit Konvertersubstanz beschichtete Substrate, wie Glas, kristalline Filterplättchen aus beispielsweise mit Cer dotiertem YAG, wie  $Y_3Al_5O_{12}:Ce$  oder  $Y_3Al_2.5Ga_{2.5}O_{12}:Ce$ , mit der Konvertersubstanz beschichtete Hohlkörper, die Konvertersubstanz umfassende Glasfasern oder Glasstäbe, vorzugsweise in dotierter Form. Der Lichtwellenkonverter kann dabei mit dem Lichtleiter fest oder auch reversibel, beispielsweise in Form einer austauschbaren Filterscheibe verbunden sein.

[0037] Die Lichtwellenkonvertervorrichtung ist vorzugsweise mit Heißdampf sterilisierbar. Dies kann beispielsweise durch Einbetten des Lichtwellenkonverters in ein transparentes und beständiges Epoxydharz oder durch Aufbringen einer äußeren Glasschicht erreicht werden.

[0038] Bevorzugte Ausführungsbeispiele werden nachstehend anhand der Zeichnungen erläutert.

[0039] Fig. 1 und Fig. 2 zeigen beispielhaft mögliche Ausgestaltungsformen der erfindungsgemäßen Lichtwellenkonvertervorrichtung.

[0040] Fig. 1 zeigt einen Lichtwellenkonverterstab, bestehend aus einem Lichtwellenleiter 1, einem Wellenlängenkonverterplättchen 2 und einem Bandpassfilter 3. Letztere sind mit einem transparenten Gießharz 4 in der Kupplung 5 zusammen mit dem Lichtwellenleiter 1 eingegossen.

[0041] Fig. 2 zeigt einen Lichtleitstab 1 mit Kupplung 5, wie er üblicherweise mit Lichtpolymerisationsgeräten zum Einsatz kommt. In einer aufsteckbaren Kappe 6 ist das Wellenlängenkonverterplättchen 2 befestigt.

[0042] Die erfindungsgemäße Lichtwellenkonvertervorrichtung kann beispielsweise zusammen mit dentalen Lichtpolymerisationsgeräten verwendet werden. Diese emittieren vorzugsweise sichtbares Licht im blauen Spektralbereich. Anteilig wird blaues Licht durch die Lichtwellenkonvertervorrichtung in Licht größerer Wellenlänge umgewandelt. Erfindungsgemäß wird durch additive Farbmischung auf diese Weise weißes Licht erzeugt werden. Denkbar ist aber auch jede andere, durch additive Farbmischung erreichbare Farbe. Dies ermöglicht beispielsweise die Ausweitung des Einsatzes bekannter Lichtpolymerisationsgeräte auf diagnostische Anwendungen.

[0043] Diese umfassen die verbesserte Ausleuchtung des untersuchten Bereichs, vorzugsweise im für das menschliche Auge sichtbaren Spektralbereich.

[0044] Bei dem bestrahlten Bereich handelt es sich insbesondere um die Mundhöhle, sowie Zahnersatzmaterial, das

sich gegebenenfalls auch außerhalb der Mundhöhle befinden kann.

[0045] Des weiteren können zur Unterstützung der Diagnose einzelne Zähne beispielsweise eingehender betrachtet werden, indem man sie mit dem erzeugten, vorzugsweise weißen Licht durchleuchtet, wobei Risse oder eine im Zahn verborgene Karies besser erkannt werden können.

#### Patentansprüche

1. Lichtwellenkonvertervorrichtung, umfassend einen Lichtleiter und einen Lichtwellenkonverter, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtwellenkonverter eine Konvertersubstanz aufweist, die einfallendes Licht einer Wellenlänge im Bereich von 380 nm bis 520 nm anteilig in Licht einer größeren Wellenlänge konvertiert, wobei das konvertierte Licht zusammen mit einem Anteil nichtkonvertierten Lichts zu einer Austrittsöffnung geleitet wird und das durch die Konvertersubstanz konvertierte Licht zusammen mit dem nichtkonvertierten Licht ein Licht mit dem Wellenlängenspektrum der Farbe weiß ergibt.
2. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach Anspruch 1, umfassend einen Bandpassfilter.
3. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfassend eine Helligkeitsregelung.
4. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das einfallende Licht von einer Polymerisationslampe als Lichtquelle erzeugt wird.
5. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konvertersubstanz gewählt ist aus Substanzen, die, wenn optisch angeregt, lumineszieren, insbesondere fluoreszieren können.
6. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konvertersubstanz gewählt ist aus anorganischen Farbstoffen, umfassend Nebengruppenelemente und Elemente aus der Gruppe der Lanthaniden und/oder organischen Farbstoffen, umfassend die Klasse der Perylene, Aldazine, Thioxanthene und/oder der Naphtalimide.
7. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtleiter flexibel ist.
8. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Durchmesser der Austrittsöffnung im Bereich von 1 bis 10 mm liegt.
9. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Kupplung oder einem Gewinde.
10. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Konvertersubstanz in einer Menge von 0,005 bis 5 Gew.-%, bezogen auf die einzufärbende Substanz vorhanden ist.
11. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mit Heißdampf sterilisierbar ist.
12. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Lichtwellenkonverter die Form einer Filterscheibe, einer Glasfaser oder eines Glasstabes aufweist.
13. Lichtwellenkonvertervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Bestandteil eines Lichtgerätes, insbesondere einer Polymerisationslampe ist.
14. Verwendung einer Lichtwellenkonvertervorrich-

tung nach einem der vorhergehenden Ansprüche im Dentalbereich.

15. Verwendung einer Lichtwellenkonvertervorrichtung nach Anspruch 14 zur Ausleuchtung eines Behandlungsfeldes.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

